

Tutkintotyö

Jukka Maunuksela

Esiselvitys hydraulikkalohkojen esisäätämisestä

Työn ohjaaja
Työn teettäjä

Tampere 2006

DI Mika Korpela
Metso Minerals (Tampere) Oy,
Valvoja Rami Salminen

TAMPEREEN AMMATTIKORKEAKOULU

Kone- ja tuotantotekniikan koulutusohjelma

Kone- ja laiteautomaatio

Maunuksela Jukka

Tutkintotyö

Työn valvoja

Työn teettäjä

Huhtikuu 2006

Hakusanat

Esiselvitys hydraulilohkojen esisäätämisestä

40 sivua + 5 liitesivua

Mika Korpela

Metso Minerals (Tampere) Oy, ohjaajana Rami Salminen

Hydrauliikkaventtiilit, esisäätö

TIIVISTELMÄ

Tämä tutkintotyö on Metso Mineralsille tehty tutkimus- ja kehitystyö, joka koskee tela-alustaisten murskauslaitosten ohjausmoduuleita ja ohjausmoduulien sisältämien hydraulikkalohkojen esisäätö mahdollisuuksia. Hydraulikkalohkoja ei ole aikaisemmin esisäädetty, ja nyt lokotrackien tuotantomäärien lisääntyessä täytyy vialliset komponentit huomata ja poistaa mahdollisimman aikaisessa vaiheessa tuotantoa. Työn tavoitteena on parantaa laatua ja tela-alustaisten kivenmurskainten koeajon tehokkuutta, sekä vastata tulevaisuuden kuormituksen asettamia vaatimuksia.

Työssä tutkitaan ensisijaisesti hydraulikkalohkon esisäätömahdollisuuksia ja esisäädön tarpeellisuutta. Lisäksi tutkitaan tarvittavien komponenttien hankkimista ja mitä muita kohteita ohjausmoduulissa voidaan esisäätämisen ohella tutkia.

Tutkimusmenetelminä käytettiin kahta testikonetta, joidenka tulokset olivat onnistuneita, ja niiden pohjalta voidaan olettaa testauksen olevan käytännössä mahdollista.

Työn lopussa olevista tuloksista voidaan päätellä modulaarisen testauksen olevan suositeltavaa, jolloin tuotantoon ei pääse tulemaan virheellisiä komponentteja.

TAMPERE POLYTECHNIC

Mechanical and Production Engineering

Machine Automation

Maunuksela, Jukka

Engineering Thesis

Thesis Supervisor

Commissioning Company

September 2006

Keywords

Pre-study about adjustment of hydraulic valves

40 pages, 5 appendices

MsC. Mika Korpela

Metso Minerals (Tampere) Oy. Supervisor: Rami Salminen

Test driving, hydraulic valves

ABSTRACT

This Engineering Thesis is done to Metso Minerals to develop the crawler-chassis crusher's test driving system. In the future Metso Minerals production volume will grow and test driving system needs to rise to the challenge. The aim of this Thesis was to make a pre-study about adjustment of hydraulic valves. Also the Thesis includes research of components which need for adjustment hydraulic valves. Intention of the thesis is to get better quality and more effective test driving system.

This Thesis consists of two different parts. The aim of the first part is making a research about adjustment hydraulic valves. The second part is about making a research about components which are needed of adjustment and what other things are possible to check up during adjustment.

Research methods were two machines which include pre-adjustment hydraulic valves. Results were good and it prove that pre-adjustment is possible to do.

ALKUSANAT

Tämä tutkintotyö on tehty Metso Minerals (Tampere) Oy:n tehtaalla, Tampereen Hatanpäällä. Työn tarpeellisuus, käytännönläheisyys ja monipuolisuus teki työstä erittäin mielenkiintoisen. Alussa aihe tuntui laajalta ja moniosaiselta, työn edetessä kuitenkin asiat hakivat paikkansa ja työstä muotoutui kiinteä kokonaisuus.

Mielenkiintoisen aiheen saamisesta sekä hyvistä ohjeista haluan osoittaa kiitokset esimiehelleni Rami Salmiselle.

Työn valvojana toimi Tampereen ammattikorkeakoulun lehtori Mika Korpela. Mikaa tahdon kiittää saamistani hyvistä neuvoista ja ohjeista työn edetessä.

Haluan myös osoittaa kiitokset muille työn avustuksessa ja kehityksessä mukana olleille henkilöille.

Tampereella 4.5.2006

Jukka Maunuksela

SISÄLLYSLUETTELO

TIIVISTELMÄ.....	2
ABSTRACT	3
ALKUSANAT	4
SISÄLLYSLUETTELO.....	5
LYHENTEITÄ JA AVAINKÄSITTEITÄ	7
1 JOHDANTO.....	8
1.1 Tehtävän asettaminen	8
1.2 Työn tavoite ja tarkoitus	8
1.3 Tehdyt rajaukset	10
2 METSO MINERALS JA TUOTTEET	10
2.1 Yrityksen historia	10
2.2 Metso Minerals (Tampere) tänään	12
2.3 Lokotrack LT-sarjan tela-alustaiset murskauslaitokset	12
2.3.1 Yleistä	12
2.3.2 Mekaaninen rakenne	13
2.3.3 Tutkintotyössä esiintyvät laitteet	14
2.3.4 Esiintyvien laitteiden mekaaninen rakenne ja toiminta	14
3 Yleistä hydraulikkaLohkojen venttiileistä ja mittalaitteista.....	15
3.1 Lohkojen venttiilit	15
3.1.1 Suuntaventtiilit.....	15
3.1.2 Paineventtiilit	16
3.1.3 Virtaventtiilit	17
3.1.4 Proportionaaliventtiilit	18
3.2 Mittalaitteet	19
3.2.1 Virtausmittaus.....	19
4 TYÖN RAKENTUMINEN.....	22
4.1 Työn tausta.....	22
4.2 Omat kokemukset.....	22
4.3 Aineiston keruu	23
4.3.1 Aineiston analysointi.....	24
4.4 Tutkimusmenetelmät ja tarvemäärittely	25
4.4.1 Mitä saavutetaan	25
4.4.2 Missä säädetään	26
4.4.3 Työn aikana esiintyneet ongelmakohdat	26
4.4.4 Tutkimusmenetelmät.....	27
4.4.5 Testikone 1.	28
4.4.6 Testikone 2.	29
4.5 Kokeellisten testien tulokset	30
4.5.1 Testikone 1.	30
4.5.2 Testikone 2	30
5 TYÖN TOTEUTUS JA TEHDYT HAVAINNOT	31
5.1 Koneikon hankinnan määrittely	31
5.1.1 Esisuunnittelu tarvittavista komponenteista hydraulikkakoneikkoon	31
5.1.2 Ensimmäinen tarjouskysely.....	32

5.2 Hydraulikkalohkojen säätäminen koneikolla.....	33
5.3 Komponenttien valinta hydraulikkakoneikkoon.....	34
5.3.1 Sähkömoottorin tehon tarve	34
5.3.2 Pumpun valinta	34
5.3.3 Järjestelmän suodatus.....	35
5.3.4 Muita tarvittavia komponentteja.....	35
5.4 Virtaus ja painemittari	35
5.5 Ohjauskeskuksen selvittely.....	36
5.6 Ohjauskeskuksen komponentit	37
5.7 Toinen tarjouskysely	37
6 YHTEENVETO.....	38
6.1 Päätelmät.....	38
6.3 Visio	38
LÄHTEET	39
LIITELUETTELO (Liitteet poistettu)	40

LYHENTEITÄ JA AVAINKÄSITTEITÄ

MM	Metso Minerals (Tampere) Oy.
LT, Lokotrack	MM:n tuotemerkki (-perhe). Tela-alustainen, itsenäisesti liikuteltavissa oleva kivenmurskausasema.
Ohjausmoduuli	Lokotrackin hydraulikkayksikkö
Layout	Alueen tai rakennuksen pohjapiirustus oikeassa suhteessa, sisältäen alueella sijaitsevat esineet ja laitteet.
Sähköpää	Hydrauliventtiilin sähköinen ohjaaja.
Speedline	MM:n lineaarisen loppukokoonpanolinjan nimi
SPC	Koekäytössä ilmenneet poikkeamaraportit
CWR	Käyttöönottovaiheessa ilmenneet poikkeamaraportit
CSC	Huollossa ilmenneet poikkeamaraportit

1 JOHDANTO

1.1 Tehtävän asettaminen

Metso Minerals on aloittanut panostaa lokotrackien kehitystyöhön nykyään yhä enemmän. Uusia kehitysprojekteja on aloitettu useita ja yksi niistä on koekäytön kehitysprojekti. Työnaihe selvisi, kun kävimme erilaisia proto-osaston kehitysprojekteja läpi yhdessä esimieheni kanssa. Suurin kehitysprojekti myös siellä oli koeajon kehittäminen, johon oltiin tekemässä diplomityötä urakoitsijalaiteosastolla. Oli luontevaa, että siirryin tekemään insinöörityötä urakoitsijalaitepuolelle samaan projektiin ja keräämään tietoa protokoneiden ohjeistusta varten.

1.2 Työn tavoite ja tarkoitus

Työn tavoitteena oli tehdä esiselvitys testauspenkin tarpeellisuudesta ja suunnitella speedline-tuotteiden eli linjakokoonpanossa tehtävien tuotteiden hydraulikkalohkojen säätö- ja testauspenkki. Penkissä tulisi pystyä säätämään hydraulikkalohkon sisältämät venttiilit oikeisiin painearvoihin ja lohkon tilavuusvirrat niille määrättyihin virtauksiin. Ohjausmoduulissa lohkoja on kolmea erilaista tyyppiä ja nämä varioituvat kahdessa lohossa erilaisiksi.

Esisäätämisestä ei ollut aikaisempaa kokemusta, joten työssä täytyi lähteä alkupisteestä liikkeelle. Nykyään venttiilit on säädetty ainoastaan alihankkijan omiin perusarvoihin, jolloin paineet ja tilavuusvirrat joudutaan koeajossa säätämään oikeiksi. Tavoitteena oli saada laatua paremmaksi ja taata koneen toimivuus mahdollisimman aikaisessa vaiheessa. Tämä saavutettaisiin, jos saataisiin tehtyä valmis ja esisäädetty ohjausmoduuli asennettavaksi linjalla koneeseen. Esisäädettyinä ohjausmoduuleille ei tarvitse enää koeajossa tehdä säätöä, vaan ne tarkastetaan normaalilla koeajoprosessilla.

Tässä tutkintotyössä tutkitaan hydraulilohkon esisäätömahdollisuudet.

- Tutkitaan, saadaanko esisäätö tehtyä toleranssi alueelle
 - Tutkinta suoritetaan esisäädetyillä lohkoilla
 - Tutkitaan, miten muut yritykset tekevät säätämisen
- Tutkitaan missä säätäminen on kannattavin tehdä
 - alihankinnassa
 - Metso Mineralsilla.

Tutkitaan tarvittavat komponentit esisäätämiseen

- Tutkitaan tarvittavat komponentit hydraulikoneikkoon
 - Selvitetään lohkojen säätäminen koneikolla
- Tutkitaan venttiilinohjauksen mahdollisuudet
 - Selvitetään venttiilinohjauksen komponentit.
 - Tehdään tarjouskyselyt.

Yhteenvedona kaikista osa-alueista tavoitteena on:

- toimivan järjestelmän aikaansaaminen
- ongelmien ratkaisu
- heikkojen ratkaisujen muokkaaminen
- lisäkehitysehdotukset.

Työn tarkoituksena on lisätä ja parantaa MM:n tuotteiden laatua ja toimitusvarmuutta. Tavoitteita tarkasteltaessa voitaisiin olla tyytyväisiä, jos kyseinen kehitystyö johtaisi koeajoprosessin lyhenemiseen ja takuu kustannusmäärien alenemiseen.

1.3 Tehdyt rajaukset

Tässä työssä keskitytään ainoastaan speedlinen tuottamiin tuotteisiin ja niiden ohjausmoduuleihin. Työssä ei tehdä minkäänlaisia layout-ratkaisuja eikä toteuteta takaisin maksuaikaa, vaan keskitytään ainoastaan esisäädön esiselvitykseen.

2 METSO MINERALS JA TUOTTEET

2.1 Yrityksen historia

Yrityksen historia alkoi vuodesta 1915, kun ystävykset Jalmar Castren, Juho Karvonen ja Werner Ryselin perustivat Oy Lokomo Ab:n Tampereelle. Johtokuntaan valittiin myös Emil Aaltonen, joka vaikutti tehtaan pääasiallisena omistajana Lokomon tehtailla aina poismenoonsa asti vuoteen 1949. Tällöin yritys valmisti vetureita. Vuosi perustamisen jälkeen Oy Lokomo Ab:ta laajennettiin ja yhtiön yhteyteen perustettiin oma teräsvalimo, joka on toiminnassa nykyäänkin. Vuonna 1921 valmistettiin ensimmäinen kivenmurskain, joista on nykyään tullut Metso Mineralsin päätuote. /1/

1930-luku oli voimakasta kasvun aikaa: Yhtiössä valmistettiin mm. ”Ukko-Pekka”-pikavetureita, kiväärinpiippuja ja aseterästä tykinputkia varten. Myöhemmin vuosien saatossa yrityksessä on valmistettu myös mm. kaivureita, tiehöyliä, autonostureita, metsäkoneita ja lämmityskattiloita. /1/

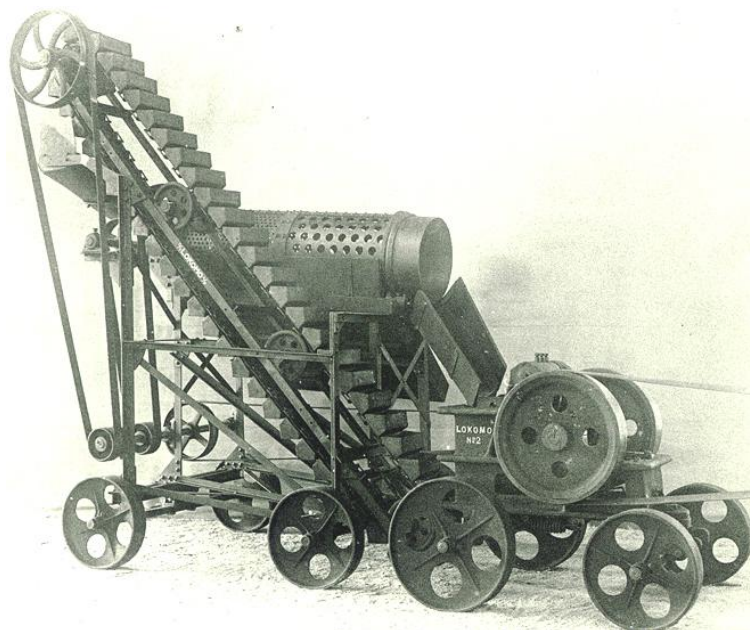
Ensimmäiset ulkomaiset tytäryhtiöt avattiin 1960-luvulla Kolumbiaan, Espanjaan, Ruotsiin ja Tanskaan. Tällöin alkoi myös metsäkoneiden valmistus ja jopa 28 murskauslaitosta toimitettiin Suomen Tie- ja vesirakennushallinnolle. /1/

Vuonna 1970 Lokomo siirtyi Rauma-Repolan omistukseen, kun Emil Aaltosen suku luopui yrityksestä. Vuosi tästä valmistettiin viimeinen veturi Lokomolla. 1970-Luvulla saatiin tehtyä suuria nosturi-, maanrakennuskone-

ja murskainlaitoskauppoja Peruun, Kiinaan, Iraniin Turkkiin, Mosambikiin ja Kanadaan. /1/

Vuonna 1989 syntyi Nordberg Group, kun yhdistettiin Lokomo Oy (Suomi), Bergeaud S.A (Ranska), Nordberg Inc (USA) ja Nordberg UK (Englanti). Vuonna 1993 Nordberg-ryhmän pääkonttori siirrettiin Helsingistä Tampereelle. Yhdistymisen jälkeen tuli Rauma-Repolasta maailman johtava murskainalan tuottaja. Yrityksen nimien harmonisointi toteutettiin vuonna 1993 siten, että kaikki alkoivat nimellä Nordberg, jolloin yrityksen nimestä tuli Nordberg- Lokomo Oy. /1/

Vuonna 1999 Nordberg- Lokomo liitettiin osaksi Metso-konsernia, joka syntyi Valmetin ja Rauman fuusiossa. Vuosi liittämisen jälkeen Metso Lokomo Steels Oy eriytettiin omaksi yhtiökseen. Lopulta vuonna 2001 Nordberg-ryhmän nimi Muutettiin Metso Mineralsiksi ja Nordberg Lokomo Oy:stä tuli Metso Minerals (Tampere) Oy. Samana vuonna fuusioituttiin Svedalan kanssa./1/



Kuva 2.1 Tehtaan ensimmäinen murskainmalli v. 1921

2.2 Metso Minerals (Tampere) tänään

Nykyisin Metso Minerals on kiven- ja mineraalienkäsittelyjärjestelmien sekä metallien ja rakennusmateriaalien kierrätysjärjestelmien maailmanlaajuinen markkinajohtaja. MM:n toiminta jakaantuu kahteen pääalueeseen; mobilelaitetuotantoon ja murskaintehtaaseen. Päätuotteet ovat leuka-, iskupalkki- ja karamurskaimet, tela-alustaiset murskauslaitokset sekä kiinteät ja siirrettävät murskauslaitokset. Murskaintehdas valmistaa valu- ja kulutusosat murskaimiin. MM:n asiakkaita ovat urakoitsijat, kaivosteollisuus, avolouhokset ja muut murskeen tuottajat sekä viime vuosina voimakkaasti kasvanut uusiomurskaus. /2/

Tuotteiden myynti ja after-sales-palvelut hoidetaan normaalisti MM:n maailmanlaajuisen myyntiorganisaation ja edustajien kautta. MM:lla on toimiva myynti- ja huoltoverkosto lähes 150 maassa sekä tuotantolaitoksia mm. Suomessa, USA:ssa, Kiinassa, Brasiliassa ja Ranskassa. Tuotannossaan Metso Minerals Oy täyttää ISO 9001 -laatuja järjestelmästandardin ja tuotteen turvallisuuden osalta EU:n koneturvallisuusedirektiivin oleelliset turvallisuusvaatimukset. /2/

2.3 Lokotrack LT-sarjan tela-alustaiset murskauslaitokset

2.3.1 Yleistä

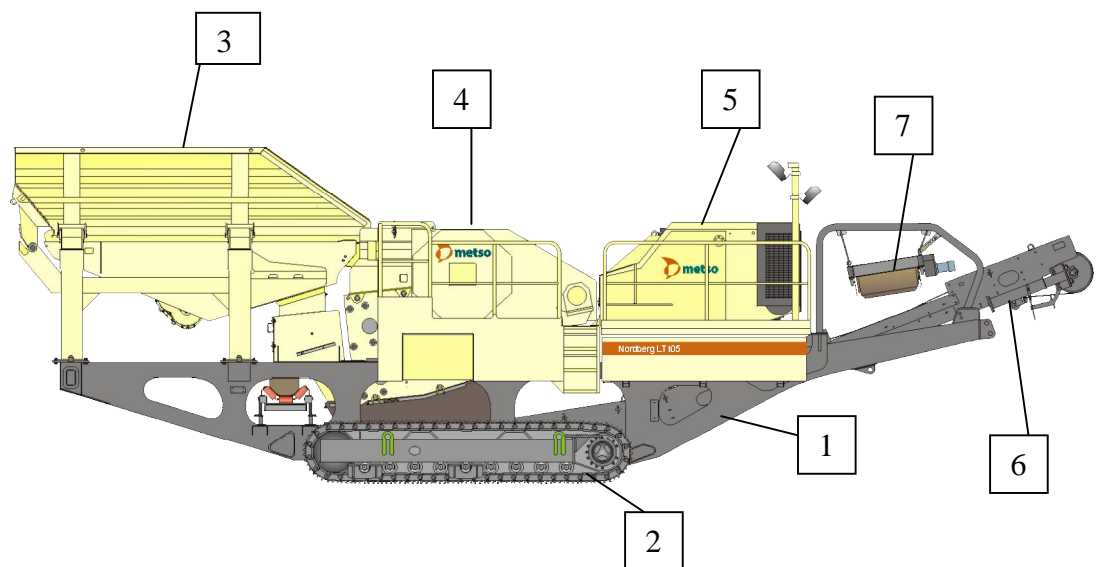
Kivenmurskainten ja mineraalinkäsittelyn markkinajohtajana tunnettu Metso Minerals valmisti ensimmäisen tela-alustaisen liikkuvan murskauslaitoksen vuonna 1985. Tähän päivään mennessä Metso Minerals on toimittanut yli 2500 tela-alustaista murskainta eri puolille maailmaa urakointiin, louhos- ja kaivossovelluksiin sekä uusiomurskaukseen. Tuotannossa on yli 25 liikkuvaa erilaista murskainlaitosta ja useita erilaisia asiakassovelluksia. /4/

2.3.2 Mekaaninen rakenne

LT105

LT105 on yksi urakoitsijakoneisiin kuuluva tuotemalli, joka on ollut ylivoimaisesti suosituin liikkuva murskauslaitos. Tuotetta on myyty eri puolille maailmaa, ja tällä hetkellä niitä on käytössä satoja yksilöitä. Koneessa on Nordberg IC500 –automaatiojärjestelmä, joka antaa tietoa murskauksen perustoiminnoista reaaliajassa. Murskaimena toimii C105 –leukamurskain, ja murskauksen kapasiteetti on 400 t/h. /3/

Kuvassa 2.3.1 on esitetty LT105:n pääkomponentit. Lisävarusteina saa esimerkiksi sivukuljettimen, radio-ohjauksen sekä iskuvasaran. /3/



Kuva 2.3.3 Urakoitsijalaite LT105:n pääkomponentit 1. runko, 2. telat, 3. syötin, 4. leukamurskain, 5. moottori ja voimansiirto, 6. pääkuljetin ja 7. magneettierotin

2.3.3 Tutkintotyössä esiintyvät laitteet

Tässä työssä keskitytään MM:n valmistamien liikkuvien tela-alustaisten murskauslaitosten eli Lokotrackien, venttiilien testaukseen ja säätämiseen. Murskauslaitokset voidaan karkeasti jaotella esimurskauslaitoksiin ja jälkimurskauslaitoksiin, joiden ero ilmenee venttiilistöissä hydrauliiikkapaineen ja virtauksen erilaisuutena. Urakoitsijalaitteet (kuva 2.3.1) ovat kokoluokaltaan sellaisia, että niiden siirtäminen työmaalta toiselle on helppoa ja nopeaa. Kuljetusmitat on toteutettu niin, että siirto voidaan tehdä maanteitse rekan lavetilla.

Tutkimuksen pääpaino on venttiililohkon testauksessa ja säädössä, jonka tarkoituksena on jakaa ja ohjata murskainlaitoksen eri komponentteja. Lohkojen säätäminen tapahtuu hydrauliikkakoneikolla, johon on lisätty ohjauskeskus ja tarpeelliset paine- ja virtausmittarit.

2.3.4 Esiintyvien laitteiden mekaaninen rakenne ja toiminta

Venttiililohko on sijoitettu ohjausmoduuliin eli hydrauliikkalaatikkoon. Lohko asennetaan laatikkoon ensimmäisenä, jonka jälkeen se varustellaan liittimillä ja hydrauliikkakomponenteilla. Venttiililohko koostuu erilaisista suunta-, paine-, virta- ja proportionaaliventtiileistä. Yhdessä lohkojen runkojen kanssa ne muodostuvat venttiiliryhmäksi, jolla voidaan säätää murskauslaitoksen eri toimilaitteiden nopeuksia ja jaotella toimilaitteet eri painetasoihin. Näin saadaan venttiililohkolta lähtevät toimilaitteet; kuljettimet, syöttimet, telat, laidat, magneettierottimet ja muut optiot kulkemaan haluttua nopeutta.

Hydrauliikkakoneikon päätehtävä on tuottaa hydraulista tilavuusvirtaa halutulle kohteelle sen vaatimalla paineella. Hydraulikoneikko saa voimansa yleensä sähkömoottorista, joka muutetaan pumpussa hydrauliseksi tehoksi.

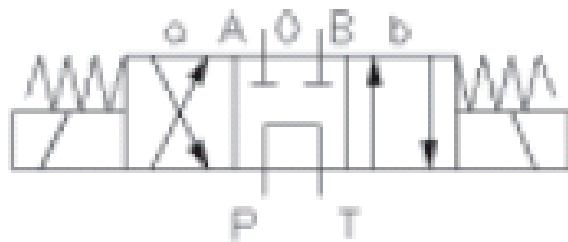
3 HYDRAULIIKKALOHKOJEN VENTTIILEISTÄ JA MITTALAITTEISTA

3.1 Lohkojen venttiilit

Kappaleessa käsitellään hydraulikkalohkojen sisältämiä suunta-, paine-, virtaus- ja proportionaaliventtiileitä ja käsitellään yleisesti niiden toimintaperiaatetta.

3.1.1 Suuntaventtiilit

Hydrauliikkajärjestelmän yleisin komponentti suuntaventtiili on yleensä tarkoitettu ohjaamaan toimilaitteen suuntaa avoimessa hydraulikkajärjestelmässä. Kuvassa 3.1.2 on esitetty piirrosmerkki 4/3 suuntaventtiilistä. /5 s. 83,84/



Kuva 3.1.2 4/3-suuntaventtiilin piirrosmerkki

P = Paineliitäntä

T = Säiliöliitäntä

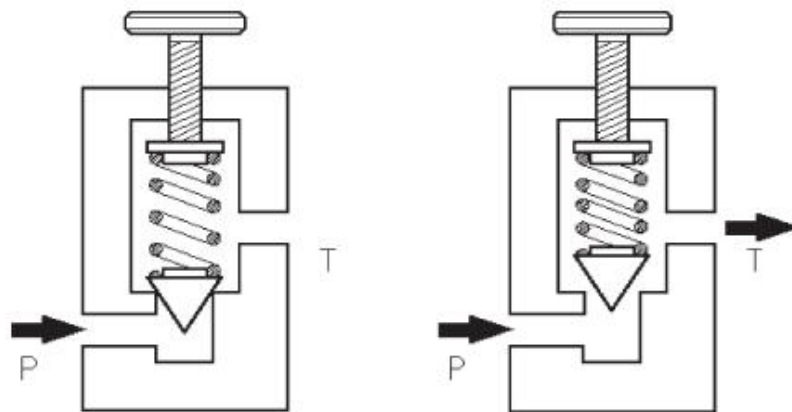
A ja B ovat toimilaiteliitäntöjä, kuten sylinteri tai moottori

Suuntaventtiilit on jaettu kahteen eri pääluokkaan; aksiaaliluistin avulla toimiviin venttiileihin ja istukkaventtiileihin. Jälkimmäinen on hyvä korkeapainehydrauliikassa vuodottomuutensa vuoksi. /5, s. 83,84/

3.1.2 paineventtiilit

Hydraulisessa järjestelmässä paineventtiilejä käytetään säätämään järjestelmän painetta ja ohjaamaan toimintaa. Painetta muuttamalla energian siirrossa vaikutetaan järjestelmän voimaan ja momenttiin. Toiminnan kannalta merkittäviä ominaisuuksia ovat säädettävyys, tarkkuus ja stabiilius. /5/187,188/

Paineventtiileitä käytetään melkein kaikissa hydraulisissa järjestelmissä. Toiminnaltaan paineventtiilit voidaan jakaa kolmeen ryhmään: paineenrajoitus-, paineenvähennys- ja paineenohjausventtiileihin. Paineenrajoitus- tai paineenvähennysventtiileillä voi säätää järjestelmän maksimipainetta tai alentaa osajärjestelmänpainetta riippumatta tilavuusvirrasta. Paineohjausventtiilit ovat nimensä mukaan paineella ohjattuja venttiilejä, joilla voidaan ohjata järjestelmän toimintaa. Esimerkiksi voidaan järjestää eri toimilaitteiden toimintajärjestys tai keventää pumpun kuormitusta. /5/187,188/



Kuva 3.1.2 Paineventtiilin toiminta

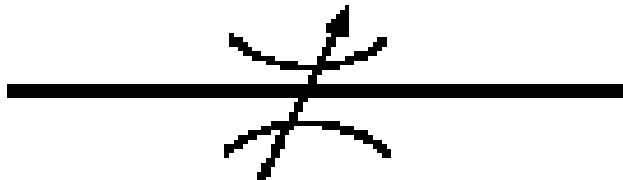
3.1.3 Virtaventtiilit

Virtaventtiileitä käytetään hydraulikkajärjestelmässä säätämään järjestelmän tilavuusvirtaa. Tilavuusvirtaa voidaan säätää vastustamalla virtausta tai ohjaamalla sitä sivuun. Virtaa voidaan säätää virtavastus-, virransäätö- ja virranjakoventtiileitä. /5 s. 77-81/

Virtavastusventtiilien toiminta perustuu joko kiinteään tai säädettävään kuristukseen. Kuristaminen taas perustuu pieneen poikkipinta-alaan, jonka läpi virtaus kulkee. /5 s. 77-81/

Virransäätöventtiilit ohjaavat osan virtauksesta sivuun. Virransäätöventtiilit ovat hyviä virran säätämiseen, koska ne ovat riippumattomia öljynviskositeetistä, kuristimien takana vallitsevasta paineesta ja ensiöpuolen paineen vaihtelusta. /5 s. 77-81/

Virranjakoventtiilillä voidaan jakaa tilavuusvirta kahteen eri osaan tai yhdistää tilavuusvirtoja. /5 s. 77-81/



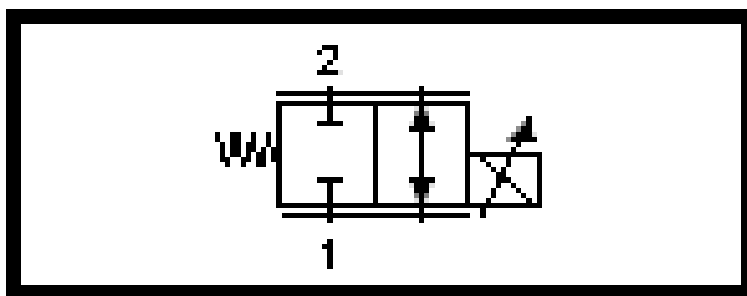
Kuva 3.1.3 Piirosmerkki virtavastusventtiilistä, jossa ei kerrota ohjaustapaa

3.1.4 Proportionaaliventtiilit

Proportionaaliventtiilillä voidaan säätää tilavuusvirran suuntaa, määrää ja järjestelmän painetta portaattomasti. Proportionaaliventtiilit ovat jatkuvatoimisia vahvistimia, jossa tulosignaali muunnetaan hydrauliseksi lähtösignaaliksi. Tulosignaali voi olla sähköinen, hydraulinen, pneumaattinen, mekaaninen tai lihasohjauksella tuotettu. MM tuotteissa tulosignaali on aina sähköinen, joten työssä keskitytään ainoastaan sähköiseen tulosignaaliin. /6 s. 251-270/

Tilavuusvirran määrää voidaan muuttaa portaattomasti säätämällä venttiilille tulevaa ohjausjännitettä. Tulosignaali kulkee vahvistimen kautta venttiilille, jossa kara siirtyy ja asettuu annettua käskysignaalia vastaavaan asemaan. Tällöin venttiilin läpäisee tilavuusvirta, joka riippuu karan siirtymisestä. /6 s. 251-270/

Käskyarvon ja oloarvon välinen suhde ei kuitenkaan ole vakio, koska siihen vaikuttavat moottorin kuormitus, nesteen viskositeetti, muutokset komponenteissa ja sähköisen ohjauksen häiriöt. /6 s. 251-270/



Kuva 3.1.4 Piirrosmerkki proportionaaliventtiilistä, joka on normaalisti kiinni

3.2 Mittalaitteet

Kappaleessa on esitelty eri mittalaitteita liittyen virtauksen mittaukseen.

3.2.1 Virtausmittaus

Turbiinimittarit

Turbiinimittarit eli pyöriväsiipiset virtausmittarit mittaavat suoraan virtausnopeuden, ja jos mittauskohdan poikkipinta-ala tunnetaan, saadaan tietoon virrannut ainemäärä. Turbiinimittarin toimintaperiaate perustuu juoksupyörään, jonka läpi mitattava aine kulkee ja saa tämän pyörivään liikkeeseen. Juoksupyörän pyörimisnopeus on verrannollinen virtausnopeuteen, ja kierrosten lukumäärä virranneeseen ainemäärään. /7 s. 66/

Turbiinimittarin pyörimisnopeus mitataan yleensä magneettianturin avulla, joka antaa jännitepulsseja pyörivien turbiinin siipien tahtiin. Pulssilaskuria käytetään usein rekisteröintilaitteena, jolle ulostulosignaali tuodaan. Signaali voidaan tuoda myös muuntimen kautta suoraan näytölle, josta voidaan lukea virtausnopeus. /7 s. 66/

Turbiinimittarin etuja: mitattaessa painehäviöt ovat pieniä, laite sallii suuria virtausnopeuksia ja sen hinta on suhteellisen halpa. /7 s. 66/

Turbiinimittarin heikkoudet: sopii huonosti voitelemattomiin nesteisiin, on arka mekaanisille vaurioille, kestää huonosti ylikuormitusta ja virtauksen laatu vaikuttaa mittaustarkkuuteen. /7 s. 66/

Tilavuuslaskurit

Tilavuuslaskurin toiminta perustuu siihen, että jokaisella kierroksella ne päästävät läpi samansuuruisen määrän mitattavaa ainetta. Mittauksen aikana niiden toimintamekanismi on jatkuvassa liikkeessä, nopeuden ollessa virtausnopeuteen verrannollinen. /7 s. 67-68/

Tyypillisiä tilavuuslaskijoita ovat mm. rengasmäntä-, soikioratas- ja lamellimittarit. Ne ovat läpivirtaavan nesteen pyörittämiä moottoreita, joilla tunnettu radiaanitilavuus. /7 s. 67-68//

Tilavuuslaskijan hyvinä puolina voidaan pitää sen tarkkuutta nesteen viskositeetistä huolimatta. /7 s. 67-68//

Huonoja puolia ovat: hinta on kallis, laite ei sovi voitelemattomille aineille, sisäosien materiaalit on valittava käyttökohteen mukaan, laite ei siedä epäpuhtauksia, tarvitsee paljon tilaa ja aiheuttaa painehäviöitä. /7 s. 67-68//

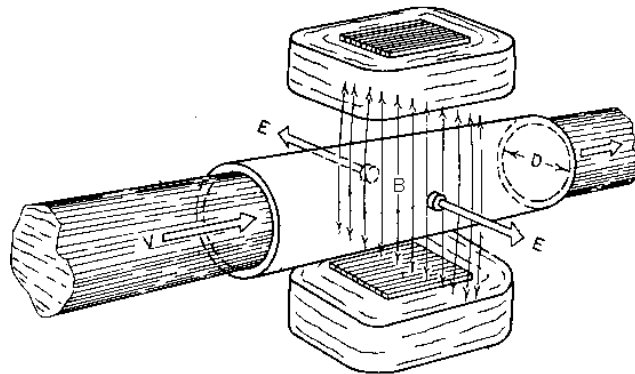
Paine-eroon perustuvat virtausmittarit

Toimintaperiaate perustuu kuristuksen aiheuttamaan painehäviöön, jolloin kuristimen kohdalla virtaus kasvaa ja neste purkautuu suihkuna kuristimen ohi. Kuristimen jälkeen virtaus tasaantuu ja täyttää koko putken. Paine-ero saadaan mitattua välittömästi ennen estettä ja sen jälkeen. Tässä käytetään yleensä paine-erolähetintä, joka kytketään impulssiputkien avulla mittapisteeseen. Paine-ero nousee virtauksen nopeuden neliöön verrannollisesti, joten mittaustulos täytyy linearisoida. /7 s.70/

Magneettimittari

Magneettimittarin toiminta perustuu Faradin induktiolakiin. Lain mukaan johtimeen, joka liikkuu magneettikentässä, indusoituu jännite. Tämä on verrannollinen johtimen kohtisuoraan liikenopeuteen magneettikentän viivojen kanssa. /7 s. 84-88/

Kuvassa 2.3.1 on esitetty mittarin toimintaperiaate. Johtimen muodostaa virtaava neste, joka virtaa nopeudella v kohtisuoraan homogeenistä magneettikenttää vastaan. Johtimen jännite mitataan kohtisuoraan virtausta vastaan asennetuilla elektrodeilla. /7 s. 84-88/



Kuva 3.2.2 Magneettimittarin toimintaperiaate

Mittauksen onnistumiseksi täytyy mitattavalla aineella olla sähkönjohtokyky. Johtokyvyn täytyisi olla 200 mS, jolloin voitaisiin olla varmistua mittauksen oikeellisuudesta. Normaalihydrauliikassa käytettävän mineraaliöljyn sähkönjohtavuus ei ole riittävä. /7 s. 84-88/

4 TYÖN RAKENTUMINEN

4.1 Työn tausta

Keväällä 2005 Metso Mineralsille valmistui uusi tuotantolinja (Speedline) urakoitsijalaitemurskaimille (LT200HP, LT1110, LT1213/S ja LT105), joka mahdollistaa tuotteiden valmistuksen vanhaa paikkakokoonpanomenetelmää nopeammin ja tehokkaammin. Uudella menetelmällä koneen läpimenoajaksi tuli linjalta neljä työpäivää, ja vuosivolyymissa päästään useampaan sataan koneeseen. Nykyisin koeajo urakoitsijamurskainlaitoksille kestää keskimäärin 3,4 päivää/kone. Tästä johtuen koeajoon kertyy suuri määrä koneita. Oli ilmiselvää, että asialle täytyi tehdä jotain. Asiaan käytiin käsiksi diplomi- ja insinöörityöllä. Insinöörityön aiheita projektissa oli useita, mutta esisäättämisen esiselvitys tuntui haastavimmalta ja mielekkäimmältä projektin aikana. Diplomityössä käsitellään koko projektia ja uutta koeajomenetelmää, kuinka koneita tullaan jatkossa koeajamaan.

4.2 Omat kokemukset

Omat kokemukset hydraulikasta olivat niukkoja ennen tätä työtä, ainoastaan aikaisemmassa asemassa toimiessani opin hydraulikan perusteita. Tässä työssä sain opiskella komponenttien todellista toimintaa ja niiden vaikutusta toisiinsa. Koulun puolelta kokemukset pohjautui lähinnä pneumatiikan puolelle, joka eroaa kuitenkin melko paljon hydraulikasta. Apua sain kuitenkin MM:ssa toimivilta hydraulikkasuunnittelijoilta ja kirjastossa oli useita eri lähteitä aiheesta. Toki itse koneen tunteminen oli suurena apuna työssä.

4.3 Aineiston keruu

Olemassa olevaa aineistoa suoranaisesti hydraulikkalohkojen esisäätämisestä löytyy jonkin verran. Mutta varsinaista detaljitietoa ei voida soveltaa suoraan erilaisista esimerkkitapauksista, mikä johtuu hydraulikkamoduulin yksilöllisyydestä ja kokonaisuuden testaamisesta.

Metso Mineralssin sisäistä aineistoa lähdettiin alussa keräämään nykyisistä koeajo-ohjeista ja koekäyttöpöytäkirjoista. Ohjeet analysoitiin yhdessä suunnittelun kanssa ja keskusteltiin mahdollisista kehityksistä.

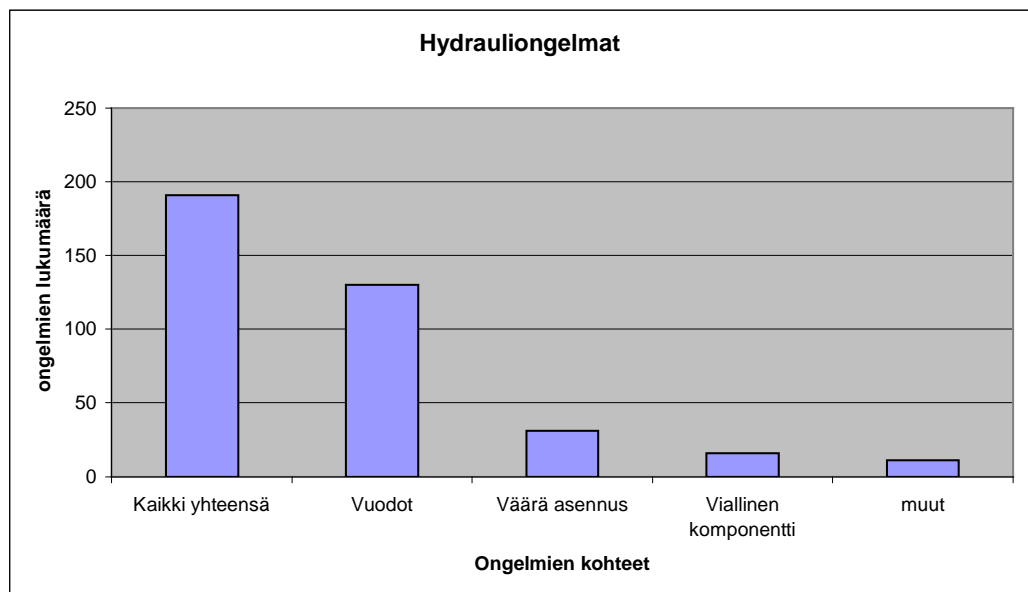
Ongelmia lähdettiin tutkimaan myös SPC-, CVR- ja CSC-raporttien kautta vuodelta 2005. Näin saatiin reaaliaikaista tietoa koneen ongelmista ja pystyttiin havainnoimaan kehityskohteiden tarpeet koeajossa. Myös useita eri tahoja, kuten koeajajia, suunnittelua ja linja-asentajia haastateltiin ja kerättiin heidän näkökulmiaan useilla eri istunnoilla.

Tietoja lähdettiin keräämään myös yrityksiltä, jotka esisäätivät lohkoja. Hydrosystem on Danfoss venttiilien virallinen huoltaja, ja sen palveluksiin kuuluu myös lohkojen esisäätäminen. Pääsimme tekemään heille yritysvierailun ja saimme kallisarvoista tietoa esisäätämisestä.

4.3.1 Aineiston analysointi

Koeajon ongelmat käytiin läpi SPC-raporteista. Raportista kävi ilmi, että hydrauliset ongelmat nousivat suurimmaksi ongelmanlähteeksi, joten ne jaoteltiin pienemmiksi kokonaisuuksiksi. Taulukossa 4.3.2 on kerätty hydrauliset ongelmat kohteittain.

Taulukko 4.3.2 Hydrauliset ongelmat



Taulukosta 4.3.2 näkee, että jos vuodot saadaan pois koneesta hydraulisten ongelmien määrä laskee noin 70 %. Vuodot täytyisi pystyä toteamaan ennen koeajoa, jossa on hankalaa kiristää ahtaissa tiloissa ja talvisin kylmissä sääolosuhteissa vuotokohteita. Jotta vuodot saataisiin mahdollisimman aikaisessa vaiheessa todetuiksi, päätettiin ohjausmoduuli testata kokonaisuudessaan ennen sen asentamista koneeseen, koska se sisältää suuren osan koneen putkista.

Koeajo-ohjeista pystyttiin analysoimaan, että jokainen lohko oli säädettävä omaan arvoonsa erikseen koeajossa. Tämä työvaihe saataisiin koeajosta eliminoidua, jos venttiililohkot voitaisiin esisäätää arvoin, joilla toimilaitteet pyörisivät toleranssialueella olevaa nopeutta.

Palavereissa tuli ilmi, että tulevaisuudessa pyritään testaamaan tuotteita enemmän moduuleittain, jolloin kasattaisiin toimivista moduuleista toimiva tuote. Tällä tavoin saadaan laatua parannettua ja koekäytöstä tulisi jatkossa todentamista, eikä siellä tapahtuisi enää koneen säätämistä.

Kaikkien urakoitsijalaitteiden hydraulikaaviosta kerättiin toimilaitteiden tarvitsemat tilavuusvirrat ja painearvot, jotka kerättiin yhteen taulukkoon Liite1. Käsiventtiilien tilavuusvirtoja ei ole ilmoitettu, mutta niiden tilavuusvirrat ovat niin pieniä, ettei tämä vaikuttanut esisäätämiseen.

4.4 Tutkimusmenetelmät ja tarvemäärittely

4.4.1 Mitä saavutetaan

Työn tarkoituksena oli alunperin esisäätää hydraulikkalohko, jolloin koeajoaika pienentyisi. Esityötä selvitettäessä tavoitteet lisääntyivät ja uusia näkökantoja saatiin monilta eri tahoilta. Samalla kun esisäädetään venttiililohko, voitaisiin testata koko ohjausmoduulin toimivuus, jolloin saataisiin valmis ohjausmoduuli koneeseen. Näin saavutetaan ohjausmoduulin tarkastus aikaisemmassa vaiheessa ja saadaan eliminotua vialliset komponentit mahdollisimman aikaisin. Koeajossa ilmennyt viallinen komponentti on hankala vaihtaa, koska usein ohjausmoduulista joutuu purkamaan useita komponentteja pois yhden vaihtamiseksi, ja hydraulisäiliö on täynnä öljyä, joka pääsee valumaan kun liittimiä avataan.

Testauksessa tulisi huomioitua:

- venttiilien toimivuus
- painerajojen oikeellisuus
- painepatruunoiden oikeellisuus
- karojen oikeellisuus
- sähköpäitten toiminta
- putkituksen ja lohkon vuodottomuus
- ohjausmoduulin huuhtelu.

4.4.2 Missä säädetään

Mahdolliset paikat suorittaa esisäätäminen ovat alihankkijalla tai MM:lla. Alihankkijalla säätäminen jäi melko aikaisessa vaiheessa pois vaihtoehdosta, koska tuotteet ovat massaräätälöityjä ja varioituvat useaksi erilaisiksi kokonaisuuksiksi. Näin ollen venttiiliryhmät jouduttaisiin varioimaan useaksi eri nimikkeeksi ja puskurivarastot kasvaisivat liikaa. Lisäksi ohjausmoduulin kokoaminen tapahtuu MM:llä, jolloin alihankkijalla ei pystyittäisi testaamaan koko ohjausmoduulin toimintaa.

4.4.3 Työn aikana esiintyneet ongelmakohdat

Suurimmaksi ongelmaksi esisäätämisessä tulee öljyn valuminen ja jääminen ohjausmoduuliin, jolloin asennuksen yhteydessä sitä pääsee valumaan, kun avataan putkien tulppaukset. Speedlinella lokotrackit kulkevat ilmavaunuilla, jolloin lattialle pääsevä öljy aiheuttaa ongelmia ilmavaunujen toiminnassa. Toiseksi ongelmaksi tulee sopivan tilan saaminen esisäätämiseksi. Tilan täytyisi olla äänieristetty, ja siellä tulisi olla lattiassa valumiskaivo, johon jäteöljy valuisi. Lisäksi lattialle täytyisi laittaa ritilät, jolloin se ei tulisi valuvasta öljystä liukkaaksi.

Öljyn valuminen voidaan kuitenkin linjalla estää hankkimalla pumppu, joka imee ohjausmoduulista öljyn heti esisäätämisen jälkeen. Näin öljynvalumiset saadaan minimoitua, ja asennusmenetelmien linjakokoonpanossa ei tarvitse muuttua.

Turvallisuus nousee keskeiseen asemaan säätämisessä, koska paine nousee vaarallisen suureksi useissa eri vaiheissa säätämistä. Tilaan, jossa säätäminen tapahtuu, täytyy hankkia räjähdyspellit mahdollisten tapaturmien välttämiseksi.

4.4.4 Tutkimusmenetelmät

Tutkimusmenetelmänä käytetään palaverissa kerättyjen ideoiden keräämistä ja toteuttamista. Mitä kerätyt tiedot koskevat, mitä vaatimuksia se asettaa ja mitä hyötyä tai ongelmia siitä seuraa. Aikaisempaa kokemusta yrityksellä ei ole esisäättämisestä, jolloin tiedot perustuivat teoriapohjalle.

Päätutkimusmenetelmänä käytettiin kahta esisäädettyä venttiiliryhmää, jolloin päästään hahmottamaan esisäädön tarpeellisuutta ja mahdollisuutta. Tällöin ratkaisujen teko helpottuu ja pystytään todistamaan laitteen kannattavuus. Käytännössä esisäädetty venttiilit asennettiin murskainlaitokseen, ja tulokset mitattiin murskaimen toimilaitteista koeajon yhteydessä.

4.4.5 Testikone 1

Testikoneeksi valittiin tuotannosta murskauslaitos, jonka toimitusaika ei ollut kovin tiukka, jolloin koneelle jäi enemmän tutkimisaikaa. Koneeseen tilattiin hydraulikkakaavion edellyttämien paine- ja virtausarvojen mukaan alihankkijalta esisäädetty venttiililohko, joka vastasi koneessa olevia optioita. Testikoneella varmistettiin koneikon tarpeellisuus ja se, että venttiililohko pystyttäisiin säätämään oikeisiin arvoihin myös käytännössä

Testikoneeseen asennettiin virtausmittari toimilaitepumpun ja hydraulikkakaapin väliin. (kuva 4.3.4) Virtaus- ja painemittareilla mittasimme arvot hydraulikkalohkolta pyörittäen toimilaitteita yhdessä (murskausprosessi päällä) ja erikseen. Erikseen toimilaittekerralla mittaamalla saimme jokaisen toimilaitteen tarvitsemat todelliset tilavuusvirrat tietoon. Täytimme joka päivä yhdessä hydraulikkasuunnittelun kanssa päiväkirjaa päivän tapahtumista ja kertyneistä ongelmista.



Kuva 4.4.6 Turbiinivirtausmittari

4.4.6 Testikone 2

Toiseksi testikoneeksi valittiin samanlainen LT kuin ensimmäisessä testissä, koska tuotemallista oli saatu jo todelliset tilavuusvirrat mitattua. Säättäminen tapahtui ensimmäisestä koneesta saadun mittauspöytäkirjan pohjalta, jolloin saatiin tarkasti samanlainen venttiili kuin ensimmäinen venttiililohko.

Kävimme Hydrosystemsillä esisäädättämässä toisen venttiililohkon ja tutkimassa heidän säätömenetelmää. Samalla tutustuimme heidän tuotteisiinsa. Hydrosystems on Danfoss-venttiilien virallinen huoltaja, joten heillä on vankka näkemys hydraulikasta.

Venttiilin säädön tapahtuessa tutkimme samalla myös vastapaineen ja stand-by-paineen vaikutuksen venttiilin toimintaan.

Vastapaineen vaikutus saatiin selville lisäämällä ja vähentämällä vastapainetta pumpun tuottaessa tilavuusvirtaa säädettävälle lohkolle. Vastapaineen vaikutus tuli ilmi pienellä paineella, jolloin kompensaattorit lakkasivat toimimasta kunnolla ja tilavuusvirta lähti nousemaan. Suuremmalla vastapaineella tilavuusvirrat eivät muuttuneet. Tästä saatiin varmuus asiasta, millaisella vastapaineella venttiiliryhmä on säädettävä ja testattava. Välttämättömyys ei ole käyttää toimilaitteen kehittämää vastapainetta, vaan oikea tulos saavutetaan noin 50 bar:n vastapaineella.

Stand-by-paineen vaikutusta tutkittiin lisäämällä ja vähentämällä pumpun LS-painetta. LS-paineen ollessa liian matala aiheutti se tilavuusvirran soutamisen. LS-paineen ollessa normaalia suurempi tilavuusvirta ei muuttunut.

4.5 Kokeellisten testien tulokset

4.5.1 Testikone 1

Esisäädetyin venttiililohkon mittaustulokset poikkesivat todellisista arvoista. Tämä johtui todennäköisesti ohjauspaineen erosta ja venttiililohkossa tapahtuneesta kavitoitumisesta. Kavitoituminen taas johtui liian suuresta paineesta alihankkijalla säädettäessä. Näin tilavuusvirrat olivat erilaiset.

Virtausmittarilla saatiin toimilaitteiden tarvitsemat todelliset virtaukset, jotka poikkesivat hieman hydraulikkakaavion laskennallisista arvoista.

Testikoneesta saaduilla tuloksilla päästiin säätämään seuraava testilohko toiseen testikoneeseen.

Mittaustulokset toimilaitte kerrallaan antoivat samanlaisen tuloksen kuin prosessi päällä. Tästä pystyttiin analysoimaan, että säätämisen voi tehdä lohkokohdaisesti venttiiliryhmälle, jolloin koneikon ei tarvitse välttämättä olla niin suuri.

Tuloksista pystyttiin analysoimaan, että venttiililohko oli esisäädettävissä oikeisiin arvoihin murskauslaitostyypeittäin, vaikka varioitumisia oli paljon.

4.5.2 Testikone 2

Toisella testiventtiilillä päästiin huomattavasti parempiin arvoihin kuin ensimmäisellä, mikä johtui ensimmäisen venttiilin säädöissä tapahtuneista epähuomiokohdista.

Venttiiliryhmä saatiin säädettyä niin tarkasti, että kaikki toimilaitteet pyörivät sallitulla toleranssialueella. Näin saatiin varmuus asiasta, että venttiilit ovat esisäädettävissä.

5 TYÖN TOTEUTUS JA TEHDYT HAVAINNOT

5.1 Koneikon hankinnan määrittely

5.1.1 Esisuunnittelu tarvittavista komponenteista hydraulikkakoneikkoon

Kriittisellä polulla työn kannalta oli hydraulikkakoneikon hankinta, koska tämän toimitusaika oli tarvittavista komponenteista kaikista pisin.

Esisuunnittelussa pohdittiin kaikki komponentit, joita koneikko tarvitsi yhdessä suunnittelun kanssa. Alla olevassa listassa komponentit on eritelty.

- pumppu LS-tuotonrajoituksella
- sähkömoottori
- kytkin + laipat
- hydraulikkasäiliö + vuotoallas
- painesuodatin
- paluusuodatin
- lämmitysvastus
- jäähdytin
- pinta + lämpötilavahti
- sähkömoottorin käynnistin
- hätä-seis-virtapiiri
- tilavuusvirtamittari.

Pumpun valintaan vaikuttavat LS-tuotonrajoitus, paineenkesto ja riittävä virtausmäärä. Säädettyvyys ja korkea paineenkestokyky rajoittavat ainoaksi oikeaksi valinnaksi mäntäpumput.

Sähkömoottorin tehoon vaikuttivat tilavuusvirta ja paine, jotka koneikon täytyy tuottaa.

Suodatuksen on kiinnitetty erityistä huomiota, koska putkistoa on ohjausmoduulissa runsaasti, ja öljyä jää putkistoon, kun se asennetaan murskainlaitokseen kiinni. Järjestelmässä on paluusuodatin.

Lämmitysvastuksella lämmitetään aluksi öljy oikeaan lämpötilaan, jolloin se saavuttaa oikean viskositeetin. Näin mittaustuloksista saadaan totuudenmukaisia. Lämpötilan vakiona pitämiseksi säiliöön on sijoitettu lämpötilakytkimiä, jotka ohjaavat jäähdyttimen toimintaa.

5.1.2 Ensimmäinen tarjouskysely

Esitietojen jälkeen aloin tehdä ensimmäistä tarjouskyselyä, jolla haettiin rajoja hydraulikkakoneikon koolle. Näin saatiin selville kuinka suureen koneikkoon pystyttäisiin investoimaan kannattavasti, kuitenkin vähentämättä hyötyjä, joita koneikosta täytyi saada.

Koneikon tarvittavat minimi- ja maksimiarvot tulivat ilmi esitietoja haettaessa, joten tarjouksia lähdettiin kyselemään kolmella erilaisella spesifikaatiolla.

Minimivaatimus oli saada säädettyä virtaukset lohko kerrallaan, jättämällä proportionaaliventtiilien ohjauksessa olevat lohkot huomiotta. Tällöin maksimitilavuusvirtaus on vain 70 l/min luokkaa kohtuullisella käyttöpaineella. Kuitenkin painerajojen tarkistamiseksi maksimipainetaso täytyi olla noin 350 baria kohtuullisella virtauksella. Proportionaaliventtiilien ohjauksessa olevat venttiilit voitaisiin jättää pois, koska niitä ei mekaanisesti säädetä, vaan säätö tapahtuu sähköisesti koneen parametrejä säätämällä.

Keskitasonvaatimus oli saada testattua ja säädettyä kaikki lohkot, jolloin voitiin olla varmoja kaikkien lohkojen toiminnasta.

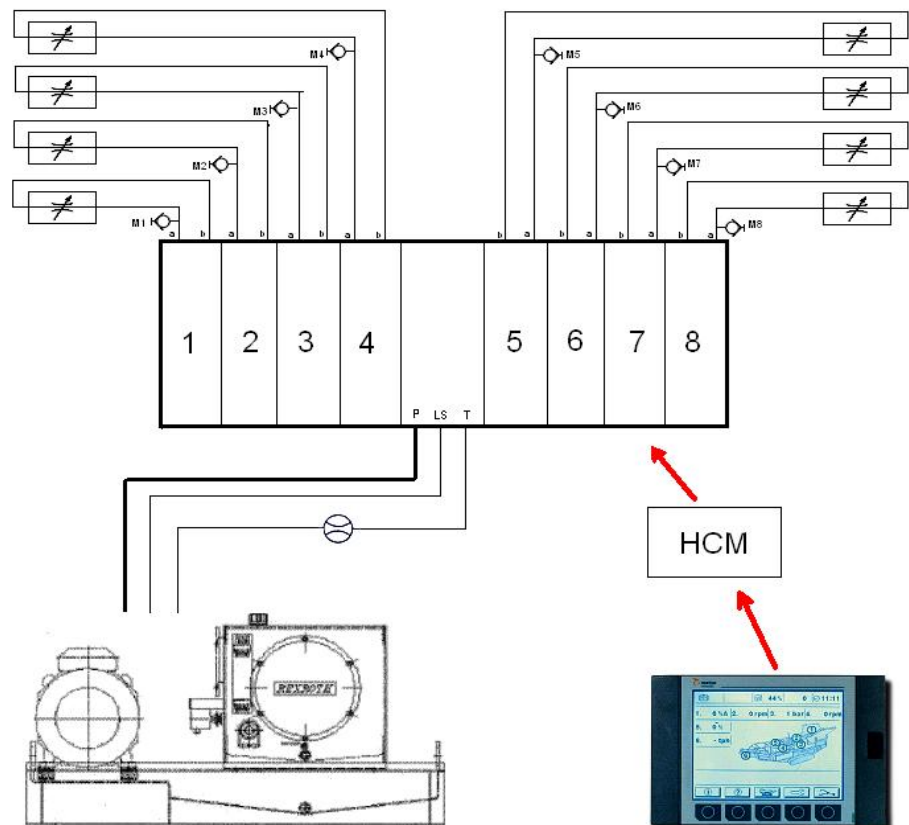
Maksimi vaatimus oli saada testattua koko ohjausmoduuli prosessi kerrallaan, jolloin hydraulikkakoneikko olisi niin suuri, että päästäisiin testaamaan lohkojen toimintaa yhtäaikaaisesti.

Näillä kolmella spesifikaatiolla lähdettiin kyselemään alustavia tarjouksia kahdelta eri toimittajalta.

Spesifikaatiot rajattiin tarkasti, niin ettei niissä ollut tulkinnan varaa. Ne sisälsivät kaiken tarpeellisen, mutta ei mitään turhaa, kuten hyvän spesifikaation määritelmä on.

5.2 Hydraulikkalohkojen säätäminen koneikolla

Hydraulikkalohkojen säätämiseen tarvittavat komponentit ovat: hydraulikoneikko, virtausmittari, painemittari ja ohjauskeskus. Lisäksi tarvitaan kuristimia, letkuja ja liittimiä.



Kuva 5.2.1 Yksinkertaistettu toimintakaavio hydraulikkalohkojen säätämiseen

Tällä hetkellä hydraulisolussa asennetaan ohjausmoduuliin sen vaatimat lohkot ja putkitukset. Tämän jälkeen se lähtee maalaukseen, josta se tulee linjalle asennettavaksi. Ohjausmoduulin testaus vaatisi kuitenkin asentamaan myös sähkökaapin ja siitä venttiileille lähtevät sähköpääät, jolloin maalausvaihe täytyisi jättää pois. Tällä hetkellä ollaan hydraulilaatikkojen kokoonpanoon tekemässä insinöörityötä, jossa otetaan nämä vaiheet huomioon, ja maalaus jää tulevaisuudessa pois työvaiheesta.

5.3 Komponenttien valinta hydraulikka koneikkoon

Ensimmäisen tarjouskyselyn jälkeen pystyttiin tarkentamaan komponenttien määritelmiä koneikkoon. Seuraavissa luvuissa on kerrottu tarkemmin eri komponenttien tiedot.

5.3.1 Sähkömoottorin tehon tarve

Esisuunniteltaessa testauslaitteistoa on vaihtoehtoina ollut monenlaisia tilavuusvirran tarpeita. Kustannussyistä päädyttiin vaihtoehtoon, joka tuottaa 180 l/min tilavuusvirran kohtuullisella paineella. Suurimmaksi käyttöpaineeksi tuli 350baria, koska lohkon pääpaineraja on niin korkealla.

Näistä arvoista päädyttiin käyttömoottoriin, jonka teho on 45 kW ja pyörimisnopeus 1500 r/min. Lisäksi moottori on varusteltu 45 kW pehmokäynnistimellä.

5.3.2 Pumpun valinta

Pumpun valintaan vaikuttavat asiat ovat:

- LS-säätöinen pumppu
- Paineen kesto vähintään 350 bar
- alhainen melutaso
- tuotto vähintään 180 l/min.

Koska paineenkeston täytyy olla näin kova, tulevat kysymykseen vain mäntäpumput. Valinnassa päädyttiin pumppuun, jonka kierrostilavuus on 125 cm^3 . Tämä takaa riittävän tilavuusvirran.

Toinen vaihtoehto on käyttää kahta erillistä pumppua, mikä vaatii kahden sähkömoottorin asentamista koneikkoon. Toisella pumpulla päästäisiin korkeisiin paineisiin ja toisella pumpulla suurempiin tilavuusvirtoihin. Tämä ratkaisu olisi hinnaltaan hieman halvempi, mutta tilaa menee enemmän.

5.3.3 Järjestelmän suodatus

Öljyn suodatukseen kiinnitettiin erityistä huomiota koko koekäytön kehitysprojektin aikana, jolloin myös testauksessa käytettävän öljyn suodatukseen täytyi paneutua. Järjestelmässä on imusuodatin, joka suodattaa suurimmat hiukkaset ennen niiden pääsyä pumppuun. Imusuodattimen suodatusasteen tuli olla 80-100 µm. Pumpun jälkeen sijoitettiin painesuodatin, jonka suodatusaste oli 6-8 µm. Painesuodattimella varmistetaan öljyn puhtaus ennen sen menoa lohkoille.

Paluulinjaan on lisätty lisäksi suodatin, joka suodattaa takaisin tulevan öljyn. Tämän suodatusasteeksi kaavailtiin noin 20 µm. Näin varmistetaan, että venttiilin asennuksessa tulevat hiukkaset eivät pääse järjestelmään ja venttiili huuhdellaan testauksen yhteydessä.

5.3.4 Muita tarvittavia komponentteja

Öljyn lämpötilan vakiona pitämiseksi täytyy säiliöön sijoittaa lämpötilakytkimiä, jotka ohjaavat jäähdyttimen toimintaa. Öljyn vaihtelulle täytyy asettaa sallittu vaihteluväli, joka on noin ± 4 celsiusta. Kun lämpötila saavuttaa vaihteluvälin ylärajan, kytkeytyy jäähdytyspiiri toimintaan ja öljyä jäähdytetään vaihteluvälin alarajalle.

Järjestelmään täytyy lisätä vielä pinnankorkeusmittareita, jolla varmistetaan säiliössä olevan öljyn riittävyys.

5.4 Virtaus ja painemittari

Virtausmittari asetettaisiin paluulinjaan, josta nähdään lohkon läpi kulkeva virtaus, kun ajetaan yksi lohko kerrallaan. Virtausmittarina käytettäisiin turbiinianturia, jonka asteikko on 0-300 l/min. Anturiin täytyisi liittää digitaalinen näyttölaite, josta olisi mahdollisuus saada ulostulosignaali piirturia varten.

Painemittareina käytetään tavallisia Parkerin painemittareita, jotka ovat koeajossa tälläkin hetkellä käytössä.

5.5 Ohjauskeskuksen selvittely

Ohjausjärjestelmäksi suunniteltiin kolmea erilaista vaihtoehtoa.

Vaihtoehtoina oli käyttää lokotrackin omaa järjestelmää, järjestelmän näyttöä, jossa muokattu keskustestausohjelma tai virtalähdettä ja kytkintaulua.

Järjestelmän omaa logiikkaa käyttämällä saataisiin simuloitua ja ohjattua esisäätämisprosessi samanlaiseksi kuin se on tällä hetkellä koeajossa. Tämä helpottaisi ohjeistusta, mutta Speedlinen koneissa käytetään kahta erilaista ohjelmaa, jolloin tulisi ongelmaksi yhdistää LT:n järjestelmä siten, että se toimisi molemmille ohjelmille. Tällöin täytyisi hankkia kaksi erillistä järjestelmää esisäätöpaikalle, mikä tulisi kalliiksi.

Toisena vaihtoehtona oli käyttää pelkkää järjestelmän erillistä näyttöä ja testeristä muokattua ohjelmaa, jolla syötetään Can-väylällä ohjaus sähkökeskuksen sisällä olevaan moduulin, joka ohjaa jännitteen oikealle venttiilille. Näyttö sisältää muistia, jolloin siihen voitaisiin tehdä jokaiselle konetyypille oma ohjelma, joka opastaa ja määrittelee työjärjestyksen venttiiliä säädettäessä. Murskaimen näytöllä ei pysty kuitenkaan ohjelmoimaan kahta venttiiliä yhtäaikaaisesti päälle, vaan prosessi täytyisi käydä yksitellen läpi.

Kolmantena vaihtoehtona oli käyttää jännitelähdettä ja kytkintaulua, mikä oli yksinkertainen, halpa ja varma ratkaisu. Säädetävällä jännitelähteellä pystyttäisiin ohjaamaan proportionaaliventtiileitä ja on/off-kytkimillä pystyttäisiin ohjaamaan muita venttiileitä. Tällä ratkaisulla saataisiin päälle useita eritoimilaitteita varaamalla riittävä virrantuotto jännitelähteeseen.

5.6 Ohjauskeskuksen komponentit

Järkevin ratkaisu ohjaustavaksi on valita jännitelähde ja kytkintaulu, joilla ohjataan venttiileitä. Ohjausmoduuli sisältää sähkökeskuksen, jossa on liitinyksikkö, josta lähtee venttiileille ohjaukset. Liitinyksikkö on joka tuotemallissa samanlainen, ja sen sisältämät pinnit ohjaavat aina samaa lohkoa. Tämä helpottaa esisäätämisessä ja ohjeistuksen tekemisessä.

Jännitelähteeksi valittiin säädettävä tasavirtalähde, joka tuottaa 30 V / 10 A. Näin saadaan tarvittaessa pyöritettyä useita eri lohkoja yhtäaikaaisesti. Koska lähde on säädettävä, pystytään proportionaaliventtiileille määrittämään oikea jännitetaso halutulla tilavuusvirralla. Jännitelähteeseen valittiin myös karkea- ja hienosäätö, joka helpottaa testausta.

Kytkeintauluksi sopii normaali kytkintaulu, jossa on liitännät kymmenelle on/off kytkimelle.

5.7 Tarjouskysely 2

Ensimmäisessä tarjouskyselyssä päästiin kartoittamaan koneikon hintaa niin, että toisella kierroksella oltiin jo varmoja siitä mitä haluttiin. Ensimmäisessä tarjouskyselyssä huomattiin, etteivät koneikon hinnat muuttuneet rajusti litramääriä suurennettaessa, koska maksimipaineen täytyi olla kuitenkin 350 bar. Näin hintaerot kohdistuivat lähinnä sähkömoottorin kokoon.

Hinta eroista pääteltiin spesifikaation, jolla voitaisiin testata kaikki lohkot olevan kannattavin vaihtoehto. Tämä vaihtoehto tuki myös muita ratkaisuja, kuten ohjauskeskuksen valintaa.

Toisella tarjouskyselyllä lähdettiin kyselemään tarkalla spesifikaatiolla koneikkoa, ja aikaisempia tarjouksia tingittiin MM:lla toimivan ostajan kautta. Uusia tarjouskyselyitä tehtiin kuitenkin kaksi, ja näin saatiin vertailevia tuloksia muiltakin toimittajilta.

6 YHTEENVETO

6.1 Päätelmät

Konemäärien kasvaessa jatkuvasti täytyy toimivan yrityksen pystyä eliminoimaan komponenttivirheet mahdollisimman aikaisessa vaiheessa pois. Silloin tuotteen viimeistelyvaiheessa ei tule odottamattomia yllätyksiä, jotka johtaisivat toimitusajan pitenemiseen ja näiden aiheuttamiin suuriin lisäkustannuksiin. Toimitusvarmuutta ei voida rahallisesti laskea, koska se vaikuttaa myös asiakastyytyvyyteen ja täten myyntiin.

Tämä työ osoittaa, että tulevaisuudessa MM:n kannattaa hankkia tarvittavat komponentit esisäätämiseen ja alkaa esisäätää ohjausmoduuleita. Tällä saavutetaan toimitusajan varmuutta, ja laatua saadaan parannettua huomattavasti.

6.3 Visio

Tulevaisuudessa täytyy kerätä kaikkien koneiden todelliset tilavuusvirrat eri toimilaitteista, jolloin saadaan joka tuoteryhmien eri variaatioista niille kuuluvat arvot oikeiksi.

Hydraulilaatikon testaamiselle täytyy suunnitella oikeanlaiset tilat yhdessä suunnittelun, työsuojelun ja asentajien kanssa. Näin saadaan toimiva tila, jossa on ergonomiset ja turvalliset työolosuhteet.

Koneen koeajo tulisi muuttumaan todentamiseksi, ja koneelle tehtäisiin ainoastaan lopputarkastus, jossa jo esisäädetyt ja tarkastetut komponentit todennettaisiin yhteen sopiviksi.

LÄHTEET

- 1 Metso Oy. [www-sivu]. [viitattu 5.6.2005] Saatavissa:
<http://www.metso.fi>
- 2 Metso Minerals Oy. [www-sivu]. [viitattu 7.6.2005] Saatavissa:
<http://www.metsominerals.com>
- 3 Metso Minerals Oy. LT105 Koulutusmateriaali. Tampere
- 4 Hämäläinen, Eero, Metso Minerals (Tampere) Oy avaintiedot
2005 kalvosarja, päivitetty 30.5.2005
- 5 Fonselius Jaakko, Rinkinen Jari, Vilenius Matti, Hydraulikka 2.
2. Painos. Oy Edita Ab Helsinki 1997. 223 s.
- 6 Kauranne Heikki, Kajaste Jyrki, Vilenius Matti,
Hydraulitekniiikan perusteet 3.-5 painos. Dark Oy Vantaa 2004.
353 s.
- 7 Räsänen, Jouko, Automaatiotekniikan mittauksia.
Painatuskeskus Oy, Helsinki 1987. 129s.

LIITELUETTELO

- | | |
|---|--|
| 1 | Venttiilien tilavuusvirrat ja painearvot |
| 2 | NESTEPAINE OY AB tarjous koneikoista |
| 3 | BOSCH REXROTH OY tarjous koneikosta |